

# Coronavirus ¿pánico, exageración o realidad?

José Rigoberto Gabriel Argüelles

[jgabriel@uv.mx](mailto:jgabriel@uv.mx)

Eliseo Gabriel Argüelles

[egabriel@uv.mx](mailto:egabriel@uv.mx)

Eloisa Benitez Mariño

[elobenitez@uv.mx](mailto:elobenitez@uv.mx)

Universidad Veracruzana

**Resumen:** Presentamos una serie de ideas teóricas que dan soporte y ayudan a comprender formas acerca de cómo distintos gestores de políticas públicas o actores estratégicos, han estado otorgando sentido a la denominada pandemia propiciada por el coronavirus. Tomando datos de diferentes fuentes en internet, sobre el número de contagios por día de los siguientes países: China, Corea del Sur, Italia, España y México, se construye un modelo matemático para estimar la curva de crecimiento de contagios en estos países. El método utiliza polinomios de distinto orden para aproximar la curva, con una certeza de ajuste de 98%. Se analiza cómo impactan en los contagios las medidas que los gobiernos han tomado ante esta crisis de salud. En el caso de Italia y España las medidas de aislamiento fueron tomadas un poco tarde, lo que ocasionó un gran número de contagios. Las estrategias de Corea del Sur han sido efectivas y sus contagios posiblemente no superen los 10 mil casos. Las predicciones para México indican que se han tomado acciones importantes, sobre todo la población está consciente del riesgo que este virus implica y el aislamiento por sectores, como el educativo, tendrían como resultado un número bajo de contagios comparado con otros países.

## 1.- Algunas epidemias a lo largo de la historia.

Los virus y las bacterias forman parte del ecosistema de nuestro planeta. A lo largo de la historia de la humanidad, han ocurrido epidemias y pandemias cuyo impacto devastador afectó comunidades, países e inclusive a todo el planeta. Herbert George Wells en su novela, *La Guerra de los Mundos*, plantea que los virus y bacterias son los organismos que salvan al planeta tierra de la invasión de los marcianos, ficción literaria que nos da una idea de lo mortal que pueden ser los virus, cuando atacan el sistema inmune de una persona y las defensas de ésta no son capaces de eliminar el virus.

Lüthy, Ritacco y Kantor (2018) mencionaron que probablemente fue Cristóbal Colón y su tripulación, en su segundo viaje a América, quienes trajeron un virus de influenza, lo que ocasionó que la población nativa de las Antillas muriera a causa de la epidemia. Un factor que pudo potenciar la epidemia, fueron las gallinas y los puercos ¿Qué tienen que ver estos

animales con la transmisión de un virus a los humanos? Las aves son portadoras de virus de gripe, conocidas como gripe aviar. Una de las ventajas que tienen estos virus es que no se pueden transmitir de las aves a los humanos. Sin embargo, las aves pueden infectar a los puercos y debido a las toxinas que estos animales poseen, el virus muta y por lo tanto, los puercos pueden transmitir el virus a los humanos. Debido a los contactos y hábitos de las personas, un virus que infecta a un ser humano por ojos, oído, nariz o boca, resulta ser muy contagioso.

De lo anterior se puede mencionar que es probable que el virus de la influenza H1N1, que afectó a México en el 2009, se originó en la transnacional canadiense granjas Carroll, filial de la estadounidense Smithfield Foods, que se localizaba en la comunidad la Gloria, municipio de Perote, Veracruz y se recuerda que el primer caso de esta epidemia fue un niño de dicha localidad (ver Murillo, 2011). Con referencia al coronavirus, circulan hipótesis, donde se dice que el virus fue transmitido de un animal a un ser humano, sin embargo, estas suposiciones son difíciles de probar y quedan en la historia como conjeturas.

Lüthy, Ritacco y Kantor (2018) mencionaron que la primera pandemia de gripe documentada con datos relativamente reales, fue en 1580 y se originó en Rusia y se expandió a Europa. También es importante mencionar la gripe española de 1918, que al parecer se originó en Estados Unidos, donde se dio el primer caso, aunque es difícil establecer el lugar preciso.

Pumerola y Antón (2018) mencionan “La gripe de 1918 fue excepcionalmente severa. Se estima que se infectó un tercio de la población mundial y las tasas de letalidad fueron superiores al 2.5%”. Esta Pandemia surgió un poco después de la Primera Guerra Mundial, se estima que en esta guerra murieron alrededor de 20 millones de personas y no se tiene un consenso de la cantidad de muertos que ocasionó la gripe pero se estima que hubo entre 20 y 200 millones de muertos. Algo es claro, esta gripe mató más personas que las provocadas por la Primera Guerra Mundial. La gripe española que por cierto no se originó en España es una de las pandemia más severa que ha tenido la humanidad y nos debe servir de ejemplo, de cómo los contagios pueden crecer de manera enorme, aun cuando la tasa de mortalidad pueda ser considerada, matemáticamente, un número no muy grande, que sin embargo, es devastadora para las familias y comunidades.

## 2.- Un modelo matemático sobre el coronavirus.

Una actividad importante que se desarrolla dentro de la estadística es la construcción de modelos que se espera reflejen aspectos importantes del objeto de estudio con un cierto grado de realismo. Ante este hecho, la modelación estadística constituye una herramienta muy útil y potente para realizar diferentes análisis. Desde el enfoque paramétrico de la regresión, la teoría de la modelación sugiere que para establecer un modelo adecuado a los datos, el investigador debe tener un conocimiento previo del modelo que explique mejor la relación entre las variables. Si el investigador conoce o tiene alguna idea de la relación que presentan las variables consideradas en el problema, entonces éste puede proponer un modelo ‘adecuado’ para llevar a cabo el análisis de regresión. Cuando no existe un conocimiento

previo de la posible relación que se presenta, un diagrama de dispersión puede ayudar a la selección del modelo.

En la tesis de Gabriel (2017) desarrollada en el Doctorado en Matemáticas que se imparte en la Universidad Veracruzana, se propone una metodología para encontrar una curva que aproxime el comportamiento de una variable dependiente, utilizando polinomios de determinados grados y escogiendo el polinomio de mínimo grado que mejor se aproxime al comportamiento de los datos.

Existen en la literatura una gran variedad de modelos para pronosticar el crecimiento de poblaciones. En el caso de epidemias y pandemias, se parte del principio, que el número de personas infectadas en un determinado día es proporcional al número de infectados del día anterior, a estos modelos se les conoce como *modelos de crecimiento exponencial*. En estos modelos, en los primeros días hay pocos infectados, sin embargo, conforme los días pasan el número de infectados crece y esto hace que la tasa de infectados crezca más y más, hasta infectar a toda la población. Estos modelos no se apegan a la realidad, dado que existen personas que son inmunes al virus, es decir no adquieren la enfermedad. Además, pueden existir vacunas que hacen que la gente no se infecte, lo cual disminuye los contagios.

En el caso del coronavirus, ya existen a nivel de prueba algunas vacunas, pero no se han aplicado a la población, entonces una manera de disminuir los contagios es mediante medidas de prevención y el aislamiento de la población. En este caso, los modelos más utilizados son los modelos logísticos, que en un inicio tienen un comportamiento parecido a una exponencial y después tienen a estabilizarse a un número finito de contagiados.

Lo novedoso del modelo, consiste en utilizar polinomios para estimar la curva de crecimiento y en algún momento la curva puede ser seccionada y entonces se estima un polinomio para cada partición, como es el caso de China, obteniéndose buenos resultados. La metodología nos indica que podemos tener un 98% de probabilidad en nuestra estimación, lo cual nos da una precisión adecuada para estimar el crecimiento de los contagios para un determinado día, conociendo los datos reales de contagios en los días anteriores. Como se están aplicando constantemente acciones para disminuir los contagios, por ejemplo, se cierran escuelas, se disminuye el personal en las dependencias de gobierno, cierre de bares y restaurantes, se evitan eventos deportivos, culturales y artísticos, por mencionar algunos, el modelo es dinámico y cada día se hacen los ajustes respectivos, para estimar el número de casos al siguiente día.

A continuación se muestran las estimaciones que se han obtenido del modelo en los últimos días para México, España e Italia con un intervalo de predicción, a partir de 19 de marzo de 2020 y con fecha de corte al 23 de marzo de 2020. Como se puede observar los pronósticos son precisos, a excepción del dato de España del día 23 de marzo, el cual se explicará en la sección que corresponde a este país.

Cabe hacer la aclaración que los datos de contagiados fueron tomados de algunas fuentes de internet, sin embargo los datos cambian según la fuente consultada, pero esto no genera problemas dado que las curvas son muy parecidas y lo que buscamos es la tendencia de

crecimiento. En ciertos casos, se hicieron algunas estimaciones al dato real del día. Para el caso de México los datos son tomados de los informes oficiales de la Secretaría de Salud, a continuación se muestran algunos resultados obtenidos.

Pronóstico obtenido por el modelo para los días 19 al 23 de marzo del 2020, para España:

Fecha	Pronóstico Puntual	Pronóstico por Intervalo (95% de confianza)	Casos confirmados
19 de marzo de 2020	17494	[16810, 18177]	17963
20 de marzo de 2020	21062	[20372, 21751]	21571
21 de marzo de 2020	25113	[24413, 25814]	25374
22 de marzo de 2020	29504	[28820, 30188]	28768
23 de marzo de 2020	33789	[33059, 34520]	35136

Pronóstico obtenido por el modelo para los días 19 al 23 de marzo del 2020, para México:

Fecha	Pronóstico Puntual	Pronóstico por Intervalo (95% de confianza)	Casos confirmados
19 de marzo de 2020	145	[125, 165]	164
20 de marzo de 2020	202	[163, 240]	203
21 de marzo de 2020	253	[223, 284]	251
22 de marzo de 2020	310	[284, 335]	316
23 de marzo de 2020	386	[363, 408]	367

Pronóstico obtenido por el modelo para los días 19 al 23 de marzo del 2020, para Italia:

Fecha	Pronóstico Puntual	Pronóstico por Intervalo (95% de confianza)	Casos confirmados
19 de marzo de 2020	40893	[39443, 42344]	41035
20 de marzo de 2020	46251	[44846, 47657]	47021
21 de marzo de 2020	52412	[51014, 53809]	53578
22 de marzo de 2020	60124	[58560, 61687]	59138
23 de marzo de 2020	66199	[64803, 67594]	63927

Pronóstico obtenido por el modelo para los días 19 al 22 de marzo del 2020, para Corea del Sur:

Fecha	Pronóstico Puntual	Pronóstico por Intervalo (95% de confianza)	Casos confirmados
19 de marzo de 2020	8888	[8300, 9476]	8565
20 de marzo de 2020	8758	[8359, 9157]	8652
21 de marzo de 2020	8977	[8409, 9544]	8799
22 de marzo de 2020	9020	[8470, 9571]	8897
23 de marzo de 2020	9006	[8474, 9539]	9037

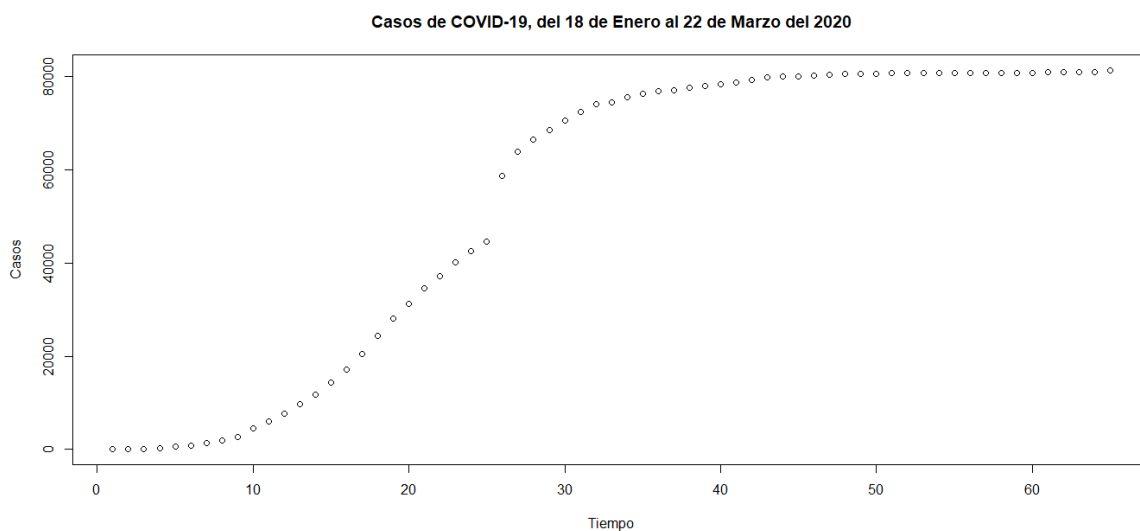
### 3.- El caso de China

Según el portal de noticias CNN en español, China reportó a la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 31 de diciembre de 2019 los primeros casos de pacientes con neumonía. Estos casos ocurrieron en la ciudad de Wuhan, se supone que estas personas pudieron ser infectadas entre el 12 y 29 de diciembre. La peligrosidad del virus, al que más tarde llamarían COVID-19, consiste en que los infectados pueden desarrollar neumonía.

Una de las primeras medidas que toma China es cerrar el mercado de mariscos en Wuhan, donde presuntamente se pudo originar el virus, esta medida, como veremos al analizar los datos de contagio, no contribuyó significativamente a la expansión del coronavirus. La medida fue tomada el 1 de enero de 2020. El 7 de enero de 2020 las autoridades de China confirman que han encontrado un nuevo coronavirus que es el responsable de las neumonías de los pacientes y el 12 de enero de 2020 China comparte la secuencia genética del coronavirus y así se puedan desarrollar pruebas para detectar el COVID-19 en las personas.

A partir del 13 de enero de 2020 se empiezan a detectar casos de coronavirus en otros países, principalmente con personas que estuvieron en la ciudad Wuhan, por ejemplo, se detecta enfermos en Tailandia, Japón, Estados Unidos. El 19 de enero son detectados casos en Beijing y Shenzhen, es decir el coronavirus se extiende por China y por otros países.

En el caso de China se tomó como día uno, el 18 de enero de 2020 cuando existían 45 casos reportados. Hasta el 23 de marzo de 2020 han transcurrido 66 días de la pandemia en este país. La siguiente gráfica muestra los datos de contagio por día, a partir del 18 de enero de 2020.



Cabe destacar el salto que dio la gráfica el 12 de febrero de 2020, que correspondió al día 26 de la pandemia, en esa fecha se reportaron 14108 casos nuevos de personas infectadas. El día anterior se había reportado 2015 casos de nuevos infectados. Sin embargo, para el día 13 de febrero se reportaron 5090 casos de nuevos infectados. El detalle del 12 de febrero es que a partir de ese día, los casos de infectados empiezan a disminuir.

Para encontrar una buena aproximación de la curva de crecimiento de China, se decidió dividir a la curva en dos partes y aproximar los datos por dos polinomios, lo que en Matemáticas se conoce como una función por partes. Los polinomios encontrados son los siguientes:

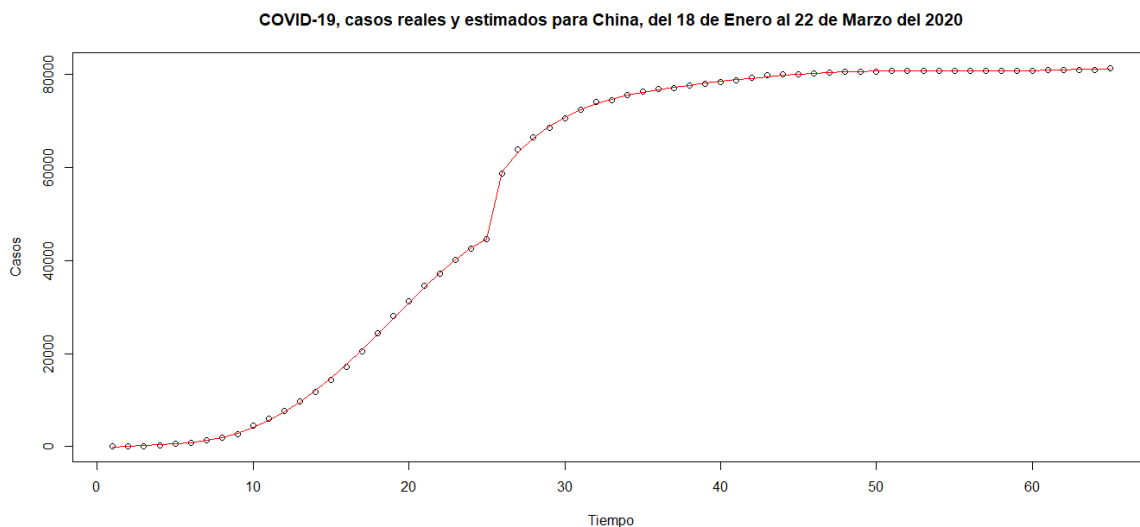
$$\text{Casos1} = -696.2628 + 674.4695X - 170.1168X^2 + 19.35978X^3 - 0.4292766X^4$$

$$, \text{ si } x = \text{Tiempo} \leq 25$$

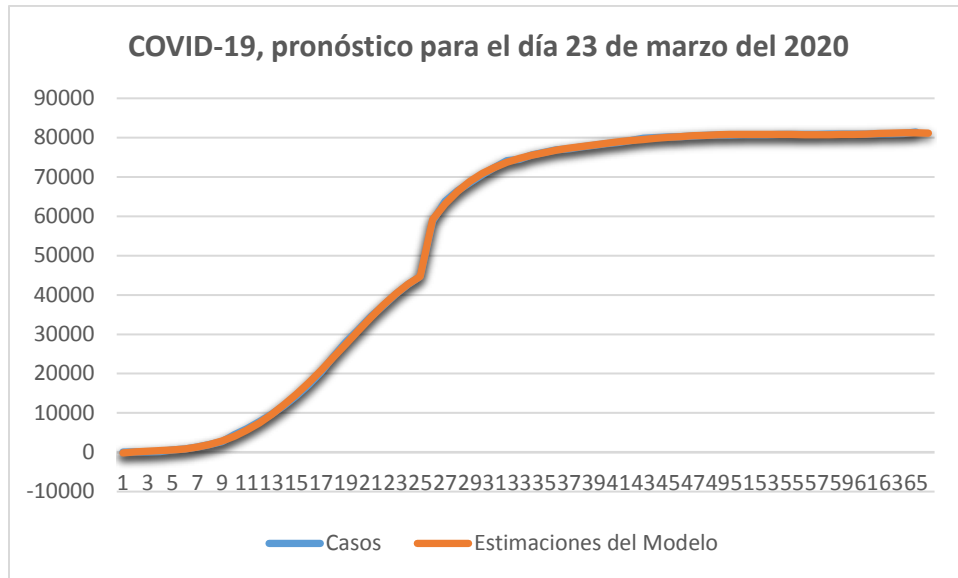
$$\text{Casos2} = -709.433 + 755.7691X - 215.6463X^2 + 24.7305X^3 - 1.157832X^4 + 0.02415636X^5 - 0.0001874017X^6$$

$$, \text{ si } x = \text{Tiempo} > 25$$

Con el modelo **Casos1** se obtiene un ajuste del  $R^2 = 99.97\%$  y con el modelo **Casos2** el ajuste obtenido es del  $R^2 = 99.83\%$ . La siguiente gráfica ilustra la buena aproximación que se obtuvo para la curva de crecimiento.



La siguiente gráfica ilustra el comportamiento de la predicción que se pueden obtener para China en los próximos días.



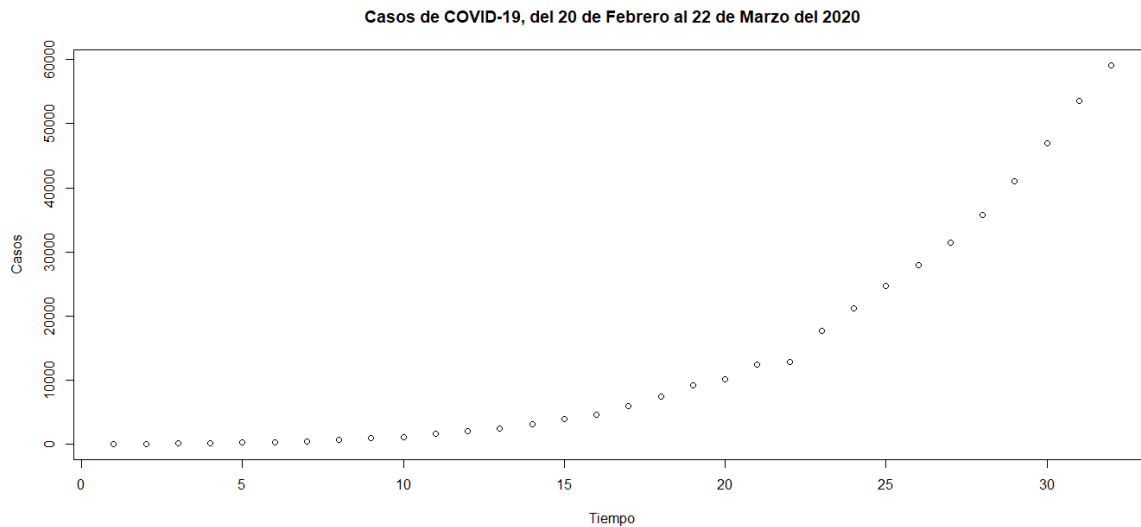
Como China aparentemente está en la fase final de contagios, el modelo encontrado para este país nos servirá para comparar las curvas de crecimiento de otros países. A continuación enunciamos algunas de las medidas que tomó el gobierno chino para detener los contagios:

- a) El 1 de enero de 2020 se cierra el mercado mayorista de mariscos en Wuhan, acción que no tuvo repercusiones, según el crecimiento de la gráfica.
- b) El 22 de febrero se anunció que se cerraban temporalmente los aeropuertos y estaciones de ferrocarril para los pasajeros que quisieran salir de Wuhan. Acción que pudo ayudar a que el virus se expandiera, sin embargo, el virus ya había sido transportado a otras ciudades chinas y a otros países.
- c) El 23 de enero de 2020 la Oficina de Cultura y Turismo de Beijing cancela celebraciones a gran escala, por los festejos del año nuevo lunar. Acción que solo evita el contacto de las personas para ciertos eventos. En este día se tenían 830 casos de personas infectadas.
- d) El 26 de enero de 2020 se reportan 2744 casos de personas infectadas y todavía no se decide implementar un aislamiento para las personas.
- e) A finales de enero China decide establecer cuarentenas, cancelar eventos masivos, suspender el transporte público en varias regiones, entre otras. Estas medidas logran tener impacto hasta el 13 de febrero de 2020, cuando el número de contagios empieza a descender. Sin embargo son medidas que se tomaron un poco tarde, lo que ocasionó que el número de infectados rebasa los 80 mil y lo más adverso que hayan muerto aproximadamente 3300 personas.



## 4.- El caso de Italia

Para Italia se tomó como día uno el 20 de febrero de 2020, cuando se habían reportado 3 personas infectadas. En este país el virus ha tendido un desarrollo de expansión similar a China y es probable que supere el número de casos de infectados o sea similar. Por lo pronto el número de fallecidos ya superó a China y hasta el 23 de marzo de 2020 se han reportado 6077 muertes por coronavirus. La siguiente gráfica muestra el número de contagiados a partir del 20 de febrero de 2020:



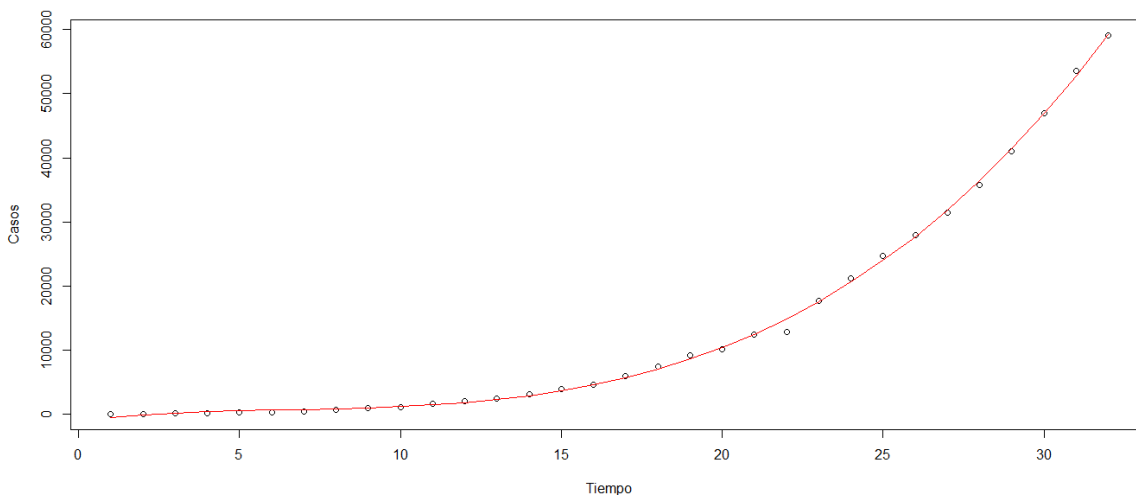
El modelo que mejor se ajustó a Italia es un polinomio de tercer orden:

$$\text{Casos} = -951.0278 + 537.3552X - 66.00546X^2 + 3.375261X^3$$

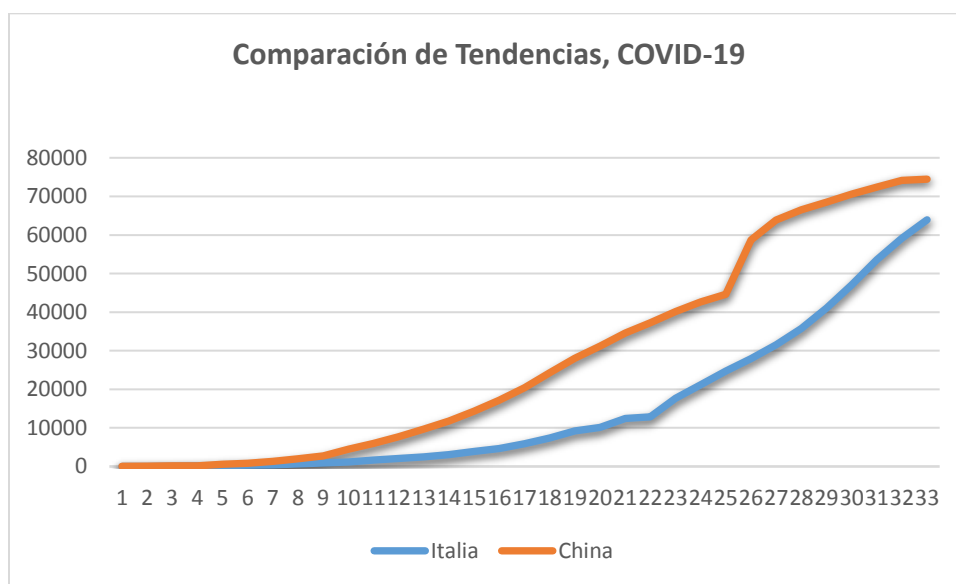
Con el modelo se logra un ajuste del  $R^2 = 99.91$ , es decir, que la variabilidad explicada por el modelo es de 99.91%. Y las estimaciones obtenidas por el modelo hasta el día 22 de marzo son:

La siguiente gráfica muestra la curva del modelo en comparación con los datos reales:

COVID-19, casos reales y estimados para Italia, del 20 de Febrero al 22 de Marzo del 2020



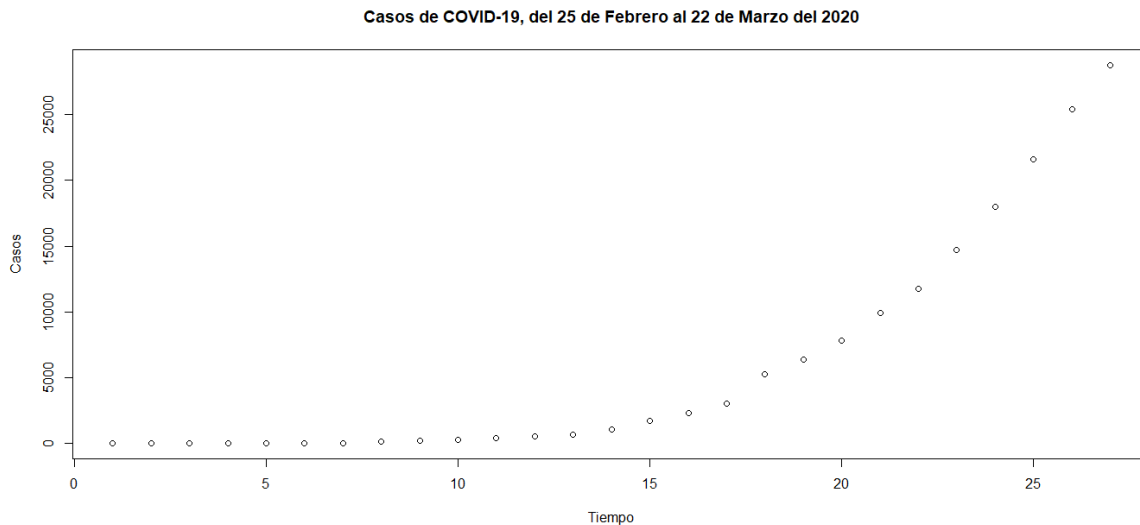
Pese a que Italia conocía el comportamiento del virus en China, no se implementaron medidas de aislamiento a tiempo, la Liga de Futbol es suspendida hasta el 9 de marzo de 2020, cuando el número de infectados, en esa fecha era de 9172 y habían transcurrido 19 días de la pandemia. China tomó la decisión del aislamiento en el día 12. Por lo tanto, se pronostican más contagiados en Italia. Tomando en consideración que los efectos del aislamiento producen una baja de los contagios a los 12 días o más, se puede inferir que Italia está llegando al máximo de contagios por día y esto se puede comprobar en la tendencia de los datos, el 21 de marzo se reportaron 6557 nuevos casos, el 22 de marzo se reportaron 5560 y el día 23 de marzo se reportaron 4789 nuevos casos. Lo que se interpreta como una esperanza de que los contagios empiecen a disminuir. Sin embargo el modelo pronostica que el descenso de casos lleva una cierta continuidad, lo que dará como resultados 80 mil o más infectados. A continuación mostramos el comportamiento de la curva de Italia durante los primeros 33 días en comparación con China:



Se puede observar que aunque los casos de contagios fueron menores en Italia al inicio de la pandemia, el crecimiento aumentó considerablemente en días posteriores y existe la tendencia de que el número de contagios sea parecido a China. Además debemos tomar en cuenta que China lleva 66 días de la pandemia, aunque los casos nuevos de infectados han bajado considerablemente a partir del primero de marzo (día 44 de la epidemia). Por lo anterior podemos suponer que Italia se encuentra a la mitad del tiempo de peligrosidad de la pandemia. El hecho de que un país inicie con pocos casos, no implica que en algún momento los casos se disparen, lo que posiblemente pasó en Italia fue un exceso de confianza, por este motivo.

## 5.- El caso de España

En España ocurrió un fenómeno parecido al de Italia, hubo una confianza excesiva de cómo controlar la pandemia de coronavirus. El día uno de la pandemia en España se consideró el 25 de febrero de 2020, cuando se tenían reportados 3 casos. A continuación se presenta la gráfica de los casos de este país.

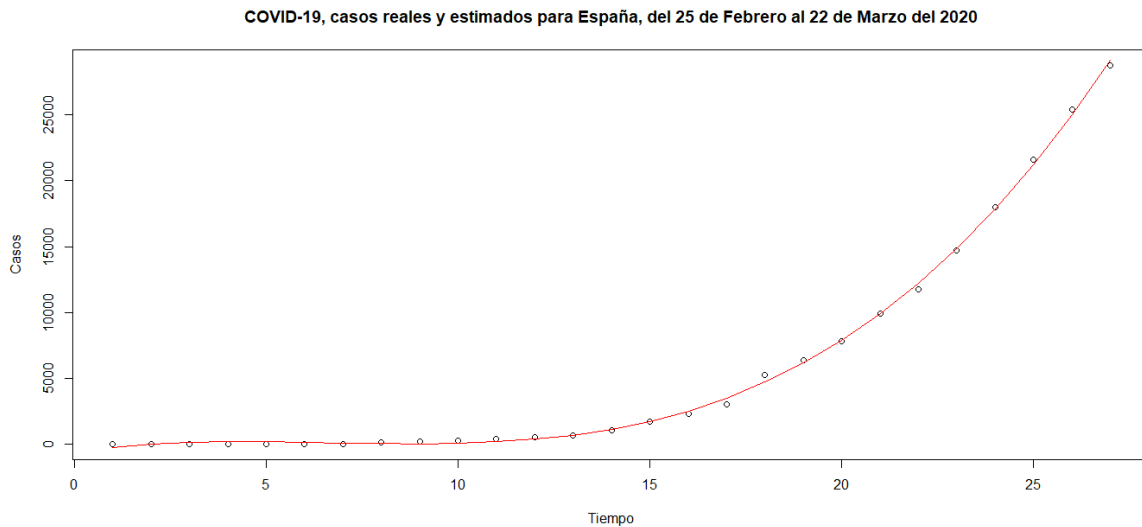


El modelo que mejor se ajustó para España es un polinomio también de tercer orden como Italia:

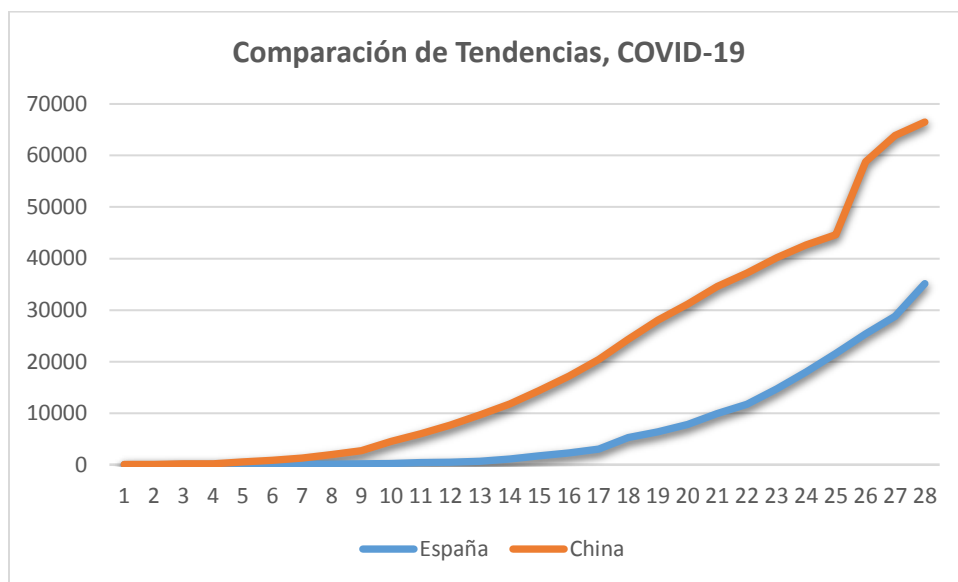
$$Casos = -585.7382 + 425.0545X - 71.89388X^2 + 3.591402X^3$$

Con el modelo se logra un ajuste del  $R^2 = 99.91$ , es decir, que la variabilidad explicada por el modelo es de 99.91%. Y las estimaciones obtenidas por el modelo hasta el día 22 de marzo son:

La siguiente gráfica muestra la curva del modelo en comparación con los datos reales:



A continuación mostramos el comportamiento de la curva de España durante los primeros 23 días en comparación con China:

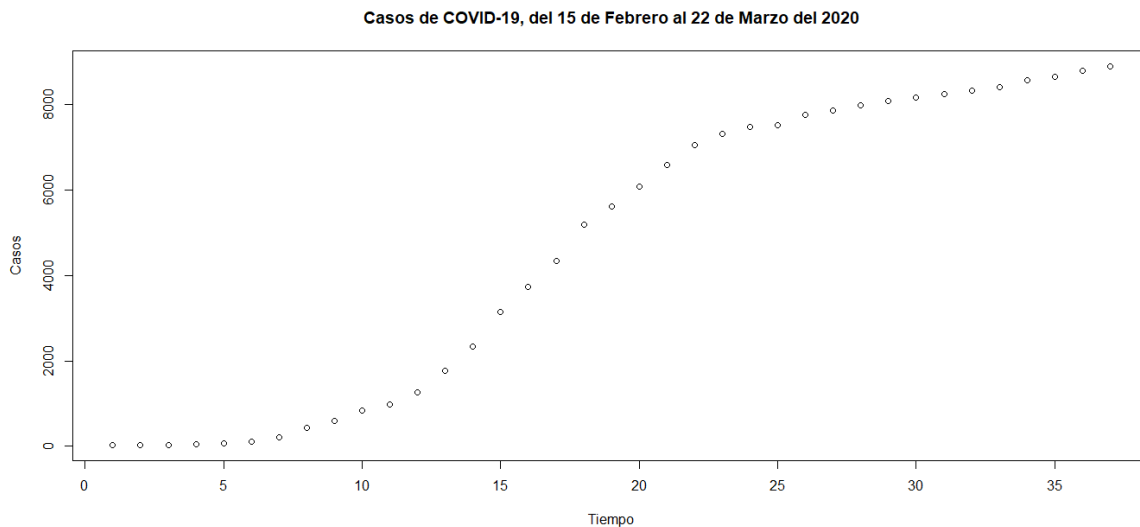


La diferencia de los casos en España e Italia es de 15 días, es decir España empezó posiblemente su aumento de casos de coronavirus 5 días después de Italia. Esto es muy importante porque en España se anuncian medidas de aislamiento el mismo día que Italia el 9 de marzo de 2020. La diferencia radica en que en Italia ese día había 9172 y en España había 1073 casos. Lo anterior, no implica que en España habrá menos contagios que en Italia, como se puede constatar en la gráfica donde se compara España con china.

El modelo con el que se trabaja solamente el día 23 de marzo de 2020, no pronosticó de manera adecuada el número de contagiados en España, el intervalo de confianza era de [33059, 34520] y se tuvieron 35136. Sin embargo este salto también se dio en China el día 25 de la pandemia y en España se da en el día 28. Siguiendo el comportamiento de China podemos suponer que España está por alcanzar el máximo de contagios. El modelo pronostica que el número de infectados en España sea menor a 70 mil, lo cual sigue siendo una cifra alta.

## 6.- Caso Corea del Sur

El desarrollo y análisis del coronavirus en Corea del sur es muy importante, debido a que los contagios han sido muchos menos comparados con otros países y las medidas tomadas fueron muy importantes para evitar contagios. Los casos de infectados se presentan en la siguiente gráfica:



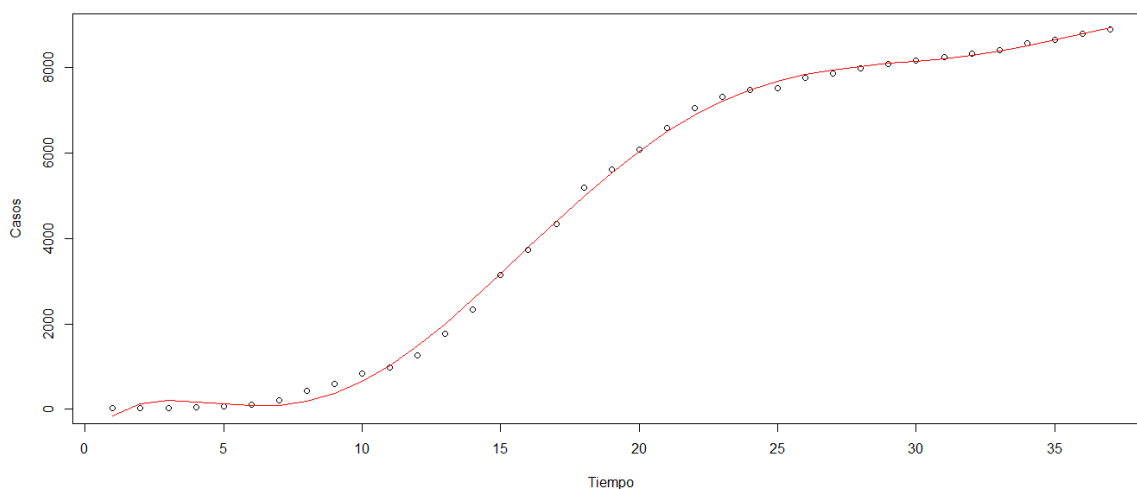
El modelo que mejor se ajustó para Corea del Sur es un polinomio de grado seis:

$$\text{Casos} = -732.7563 + 778.3603X - 221.7826X^2 + 25.42571X^3 - 1.195251X^4 + 0.02510533X^5 - 0.0001965196X^6$$

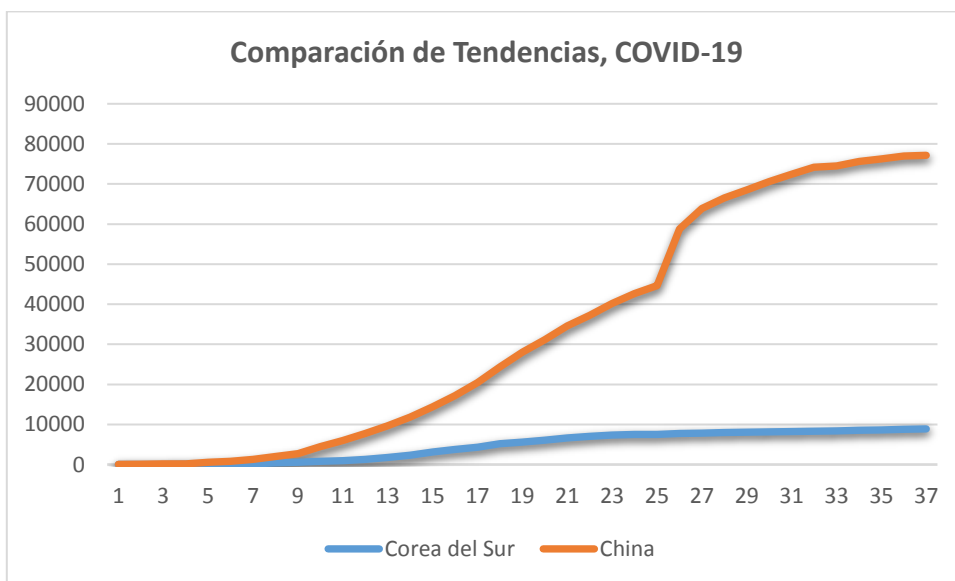
Con el modelo se logra un ajuste del  $R^2 = 99.85$ , es decir, que la variabilidad explicada por el modelo es de 99.85%. Y las estimaciones obtenidas por el modelo hasta el día 22 de marzo son:

La siguiente gráfica muestra la curva del modelo en comparación con los datos reales:

COVID-19, casos reales y estimados para Corea del Sur, del 15 de Febrero al 22 de Marzo del 2020



Es importante observar que antes de alcanzar el máximo de contagios las curvas de crecimiento de ajustan a un polinomio de tercer orden y después el comportamiento es parecido a un crecimiento logístico. Por lo tanto el modelo para Corea del Sur se debe hacer por partes, como el caso de China. Sin embargo, esto no tiene repercusiones importantes en el análisis que haremos. A continuación mostramos el comportamiento de la curva de Corea del Sur en comparación con China:



Se puede notar de manera inmediata como Corea del Sur logró contener de manera exitosa los contagios y es muy probable que no alcance los 10 mil infectados. ¿Qué acciones realizó este país, para contener la epidemia? A continuación enunciamos algunas de estas acciones:

- a) El 21 de febrero de 2020 que corresponde al día séptimo de la pandemia, cuando se tenían 204 casos confirmados con coronavirus, se anunció cierre de espacios

públicos, cancelaron todas las competencias deportivas y cerraron instituciones educativas.

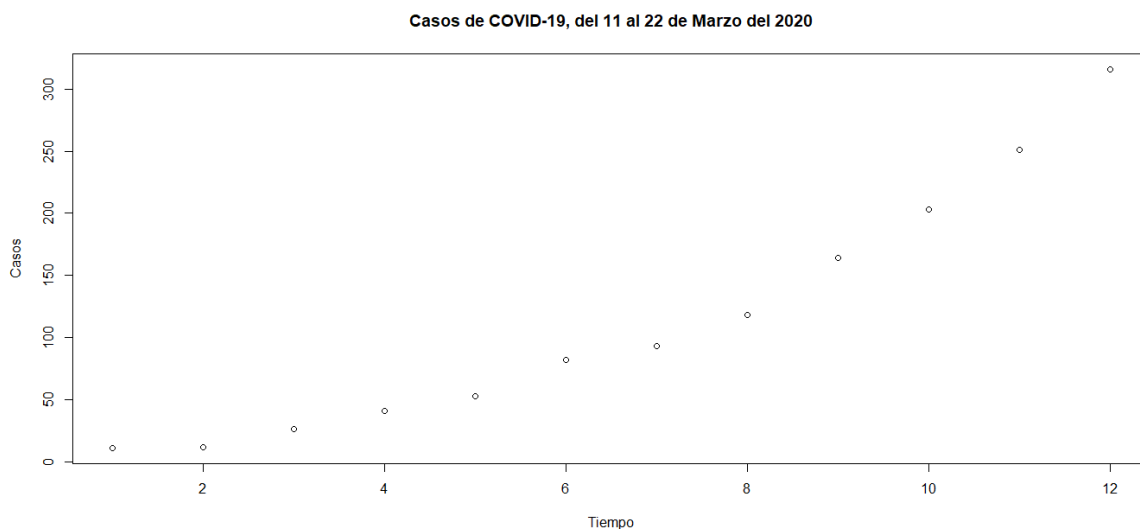
- b) Se prohibió el acceso de aquellos ciudadanos procedentes de la provincia China de Hubei.
- c) El 20 de febrero de 2020 pidió a las personas solo salir de sus casas si era necesario.
- d) Las instituciones implementaron campañas sobre prácticas higiénicas y uso de mascarillas.
- e) Se realizaron test en una gran parte de la población para detectar posibles personas contagiadas.
- f) Se desarrollaron dos aplicaciones para teléfonos móviles para dar seguimiento a personas que presenten síntomas de la enfermedad.

Sobre el título de este escrito, muchas personas pudieron criticar a Corea del Sur sobre las medidas tomadas, cuando apenas tenía 200 casos, ¿Fue pánico? ¿Exageraron? La respuesta es no, tomaron medidas a tiempo, lo que ocasionó que la curva de crecimiento fuera mucho menor que la presentada por otros países.

## 7.- El caso México

En México, al igual que en Corea del Sur, se han tomado medidas, que se consideran muy oportunas y a tiempo. Por ejemplo, suspender eventos masivos, concientizar a las personas sobre hábitos de higiene, el quedarse en casa, suspender durante cuatro semanas las clases en todos los niveles educativos. Como veremos a continuación el modelo que se desarrolló pronostica un panorama alentador para México en comparación con otros países.

Los casos de infectados en México se presentan en la siguiente gráfica:



El modelo que mejor se ajustó, por el momento para México, es un polinomio de tercer orden:

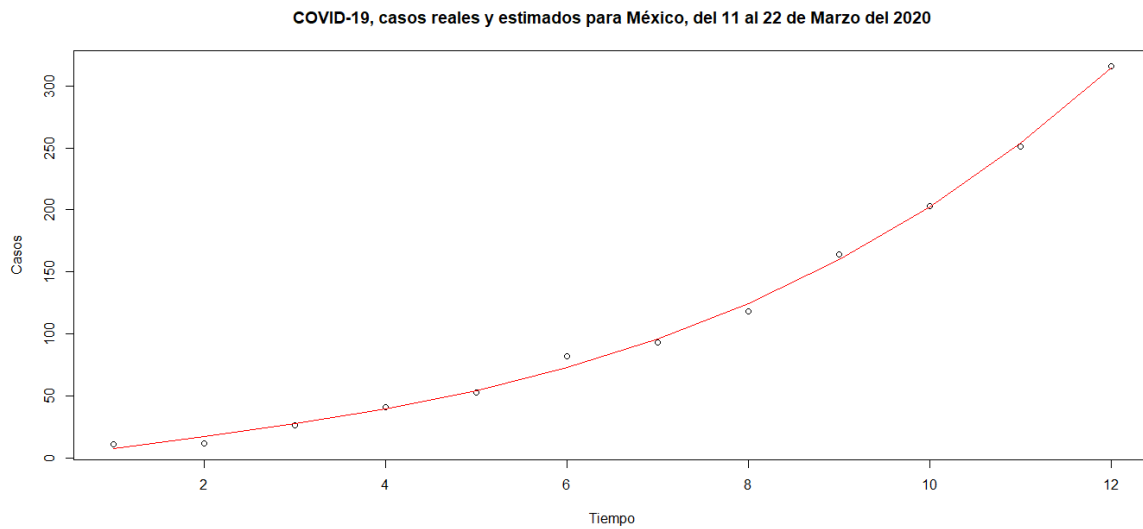
$$\text{Casos} = -2.353535 + 10.26858X - 0.5889666X^2 + 0.1610982X^3$$

Con el modelo se logra un ajuste del  $R^2 = 99.54$ , es decir, que la variabilidad explicada por el modelo es de 99.54%. Y las estimaciones obtenidas por el modelo hasta el día 22 de marzo son:

La siguiente gráfica muestra la curva del modelo en comparación con los datos reales:

$$Casos = -2.353535 + 10.26858X - 0.5889666X^2 + 0.1610982X^3$$

Con el modelo se logra un ajuste del  $R^2 = 99.54$ , es decir, que la variabilidad explicada por el modelo es de 99.54%. Y las estimaciones obtenidas por el modelo hasta el día 22 de marzo son:

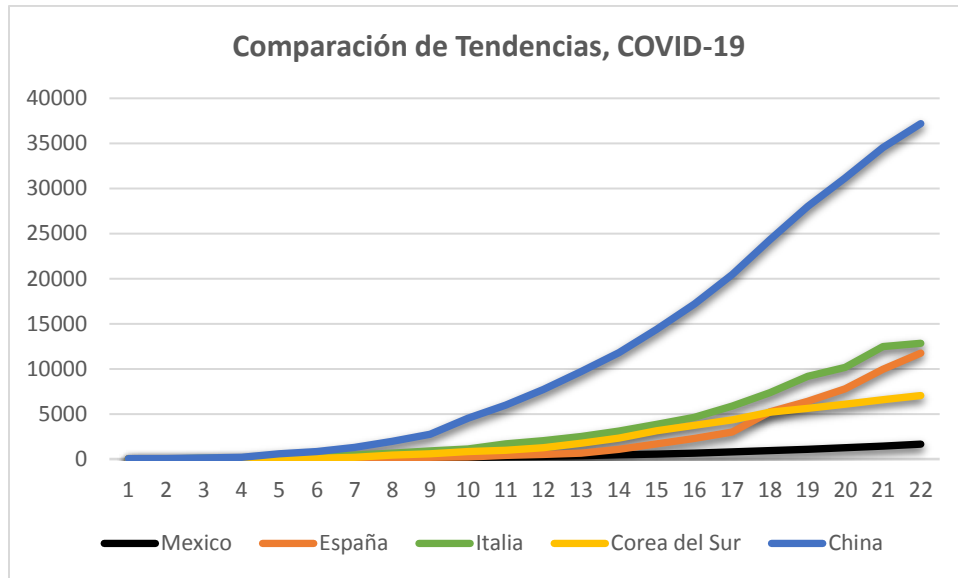




En el caso de México hemos realizado con el modelo una predicción para los próximos días: El pronóstico obtenido por el modelo para los días 23 de Marzo al 1 de abril del 2020.

Fecha	Casos	Estimaciones del Modelo
11 de marzo de 2020	11	7
12 de marzo de 2020	12	17
13 de marzo de 2020	26	28
14 de marzo de 2020	41	40
15 de marzo de 2020	53	54
16 de marzo de 2020	82	73
17 de marzo de 2020	93	96
18 de marzo de 2020	118	125
19 de marzo de 2020	164	160
20 de marzo de 2020	203	203
21 de marzo de 2020	251	254
22 de marzo de 2020	316	314
23 de marzo de 2020		<b>386, [363, 408]</b>
24 de marzo de 2020		<b>468, [433, 503]</b>
25 de marzo de 2020		<b>563, [510, 616]</b>
26 de marzo de 2020		<b>671, [594, 749]</b>
27 de marzo de 2020		<b>793, [685, 902]</b>
28 de marzo de 2020		<b>931, [785, 1077]</b>
29 de marzo de 2020		<b>1085, [894, 1276]</b>
30 de marzo de 2020		<b>1256, [1012, 1501]</b>
31 de marzo de 2020		<b>1445, [1139, 1752]</b>
1 de abril de 2020		<b>1654, [1275, 2033]</b>

¿Cuál es el escenario de México para los siguientes días? A continuación se presenta un gráfico de las curvas de crecimiento de China, España, Italia, Corea del Sur y México a los 22 días de la pandemia. En el caso de México los datos a partir del 23 de marzo son estimados y para los otros países son los datos reales.



Como podemos observar se tiene un panorama favorable para México, su tasa de crecimiento es baja comparada con los otros países, Sin embargo al pasar los 1000 contagios (posiblemente el 29 de marzo), los casos pueden aumentar considerablemente. Sin embargo se pronostica, como ocurrió en Corea del Sur, que para ese día, las medidas que se tomaron con antelación, tengan un efecto en el creciente de los casos y nos puedan llevar a un máximo que no supere los 5000 casos.

## 7.- Conclusiones

No se debe perder de vista que se propuso un modelo matemático, que no considera todos los factores que influyen en los crecimientos, por lo tanto, los pronósticos presentados solo se deben tomar como un posible escenario que puede ocurrir, en donde el papel de la investigación en Matemática es resaltado y su enseñanza se muestra necesaria a nivel superior. Agregamos las siguientes observaciones finales:

- a) Las curvas de crecimiento de la pandemia, al parecer tienen un comportamiento de forma cubica, antes de alcanzar el máximo de contagios por día. Después su comportamiento parece logístico.
- b) El modelo presentado se ajustó de manera adecuada a los casos estudiados y las predicciones han estado dentro de los intervalos de confianza, que arrojó dicho modelo.
- c) El aislamiento total suele dar resultados después de 12 días, sin embargo se realiza cuando el número de infectados rebasa los 3000 infectados, la cifra de infectadas puede superar los 5000 casos.
- d) Tomar medidas de suspensión de clases, eventos y encierro voluntario de las personas en sus casas, da buenos resultados, sobre todo cuando los casos no superan 1000.
- e) Aún son pocos los datos para México, por lo que el modelo debe seguirse modificando cada día, para tener mejores predicciones.

## Referencias

Andrino, B., Grasso, D., Llaneras, K. (2020, marzo 25). Así evoluciona la curva del coronavirus en España y en cada autonomía. El País. Recuperado de:

[https://elpais.com/sociedad/2020/03/17/actualidad/1584436648\\_230452.html?rel=friso-directo](https://elpais.com/sociedad/2020/03/17/actualidad/1584436648_230452.html?rel=friso-directo)

CNN en español (febrero 2020). Coronavirus. Recuperado de:

<https://cnnespanol.cnn.com/2020/02/20/cronologia-del-coronavirus-asi-comenzo-y-se-extendio-el-virus-que-pone-en-alerta-al-mundo/>

Lüthy I. A, Ritacco, V. & Kantor, I.N. (2018). A cien años de la gripe española. Medicina **78**, 113-118, Buenos Aires.

Murillo, G. (2011). Recordando la gripe española. Med.Int.Mex. **27**(5), 463-466.

Pumarola, T. & Antón, A. (2018). La pandemia de gripe. Una incógnita 100 años después. Rev. Enf. Emerg. 17(2), 63-66.

Radio Televisión Española. (marzo 2020). Coronavirus. Recuperado de:

<https://www.rtve.es/noticias/20200319/mapa-del-coronavirus-espana/2004681.shtml>

Sánchez-Braun, A. (2020, marzo 16). El método de Corea del Sur para vencer al coronavirus: de 909 casos diarios a 74. Lavanguardia. Recuperado de:

<https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html#/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>